

ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СНЕГА НА ТЕХНОЛОГИЮ СТРОИТЕЛЬСТВА ВРЕМЕННЫХ ЗИМНИХ ДОРОГ ИЗ СНЕГА

Шитый В.П.¹, Шаруха А.В.¹, Спиричев М.Ю.¹, Шитый П.П.¹

¹*ФГБОУ ВПО «Тюменский Государственный нефтегазовый университет». Тюмень, Россия (625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 38) e-mail: general@tsogu.ru*

Возведение временных зимних дорог из снега, сложный сезонно циклический процесс, требующий создания современных эффективных рабочих органов и методик возведения тела полотна из уплотненного снега. Создание временных зимних дорог из снега в короткие сроки после установившихся отрицательных температур и выпадении достаточного количества снега, позволяет организовать эффективную транспортную инфраструктуру с продленным сроком эксплуатации. Время необходимое на создание временных зимних дорог из снега, а также прочностные характеристики получаемого полотна зависят не только от тиксотропных изменений, вызванных кратным приложением нагрузки, но и от состояния гетерофазной системы снежной массы до приложения нагрузки. Недостаточная влажность снега может, как замедлить процесс строительства дороги, так и снизить её прочностные характеристики.

Ключевые слова: механизация строительства дорог, временные зимние дороги, технологии строительства снежоледовых дорог

SUBSTANTIATION OF EXPEDIENCY FOR CREATING MACHINES COMBINING TECHNOLOGICAL OPERATIONS AT BUILDING OF WINTER TEMPORARY ROADS

Shity V.P.¹, Sharukha A.V.¹, Spirichev M.Y.¹, Shity P.P.¹

¹*Tyumen state oil and gas university, Tyumen, Russia (625000, Tyumen street Volodarskogo, 38), e-mail: general@tsogu.ru*

Erection of temporary winter roads of snow, a complex seasonally cyclical process that requires the creation of modern, efficient working methods and the construction of the body fabric of compacted snow. Creating temporary winter roads of snow in a short time after the steady loss of negative temperatures and good snow conditions, allows you to organize efficient transport infrastructure with an extended service life. The time required to create a temporary winter roads of snow, as well as the strength characteristics of the resulting fabric depend not only on thixotropic changes caused by multiple application of a load but also on the heterophase system snowpack to load application. Lack of snow humidity can slow down the process as road construction and reduce its strength characteristics.

Keywords: the mechanization of the construction of roads, compaction of snow, snow temporary road, construction technology snowy roads

Транспортное освоение Северных территорий Российской Федерации затруднено из-за особенностей инженерно-геологических условий, в частности заболоченности и вечной мерзлоты, влияющих на строительные свойства грунтов. Строительство капитальных дорог не целесообразно по причине низкой финансовой отдачи и высоким затратам на их возведение. Возможным решением этой проблемы является использование технологий возведения временных зимних дорог из снега (ВЗДиС).

Снег используется при возведении ВЗДиС как доступный, относительно дешёвый и естественный материал. При строительстве инженерных сооружений, снег можно рассматривать, как строительный материал при этом необходимо учитывать его свойства, для получения дорожного полотна с требуемыми конечными характеристиками.

Плотность снега является одним из основных показателей, поскольку определяет значительную часть его физико-механических свойств. К значимым физическим свойствам снега, кроме плотности, и прочности относятся: стратиграфия, влажность, твердость, термические свойства снега.

Перечисленные свойства снега оказывают решающее влияние на его пластичность, деформационные качества, прочность и др., определяют выбор методов воздействия на снежную массу с целью получения требуемых прочностных значений созданного инженерного сооружения.

Снег является упруго-вязкопластичной релаксирующей средой с ярко выраженными диссипативными свойствами. Целинный снег представляет собой конгломерат из кристаллов льда, множества межпространственных пор, образуя вместо однородного материала сложную микроструктуру.

В момент плавления жидкая фаза может частично заполнить поровое пространство, концентрируясь возле точек контакта между ледяными зернами, из этого следует, что в целом, все три фазы воды могут сосуществовать в снеге одновременно (см. рис. 1). Таким образом, температура снега почти всегда рядом с его температурой плавления, поэтому снег на земле находится в состоянии непрерывной трансформации, известной как метаморфизм. При этом можно выделить два вида насыщения снега влагой: маятниковый режим, при котором вода занимает не более 14% объема пор, а воздушные пустоты, расположенные внутри снега, сообщаются друг с другом, и фуникулярный режим, в котором жидкая фаза занимает более 14% порового пространства, ограничивая его отдельными пузырьками [6].

$$dP/dT = L/T(V_2 - V_1)$$

где T - температура, указывает температуру плавления, испарения, и сублимации соответственно для каждой кривой; L - удельная теплота процессов сублимации испарения и плавления; $V_2 - V_1$ - изменение удельных объемов при переходе в различные фазы. Учитывая условие равновесия в снеге как в гетерофазной системе необходимо чтобы кристаллы, поры и жидкая фаза имели одинаковое количество свободной энергии на единицу массы, при этом изменение свободной энергии на единицу массы должно быть равно для всех составляющих.

$$dG_k = dG_p = dG_b$$

$$\begin{cases} dG_k = -S_k dT + V_k dp \\ dG_p = -S_p dT + V_p dp \\ dG_b = -S_b dT + V_b dp \end{cases}$$

Влажность снега указывает на количественное содержание в нем жидкой водной фазы в процентном отношении через объем ($\theta_{w,v}$) или массу ($\theta_{w,m}$), при этом учитывая плотность. Жидкая фаза, содержащаяся в снежной массе, присутствует в виде водяной пленки на границах кристаллов льда.

Для определения технологических параметров машин для строительства ВЗДиС снег классифицирован по количеству объемной доли содержания жидкой фазы W, V в снеге (таблица 1).

Таблица 1

Содержание жидкой фазы в снеге

Название	Индекс влажности	Аббревиатура	Описание	Объемная доля, %	
				Диапазон	Среднее
Сухой	1	D	Обычно, температура ниже нуля, но возможно и при температуре выше нуля. Зерна снега имеют незначительную тенденцию к слипанию, когда прижаты друг к другу.	0	0
Влажный	2	M	$T_s = 0^\circ\text{C}$ Вода не видна. При легком измельчении видна тенденция кристаллов к слипанию друг друга.	0-3	1,5
Мокрый	3	W	$T_s = 0^\circ\text{C}$ Распознается мениск между	3-8	5,5

			соседними кристаллами при 10х увеличении, но при сжатии такого снега рукой вода не проступает на поверхности(маятниковое положение)		
Очень мокрый	4	V	$T_s = 0^{\circ}\text{C}$ Вода может проступить на поверхность при умеренном сжатии в руке, заметно количество воздуха ограничено в порах (фуникулерный режим).	8-15	11,5
Пропитанный	5	S	Снег пропитанной водой и содержит объемную долю воздуха от 20 до 40% (фуникулерный режим).	>15	>15

Предложенная классификация по содержания жидкой фазы в снегу, позволит обосновать выбор рабочих параметров строительных машин, в частности величину внешней нагрузки, технологическую скорость возведения ВЗДиС, для достижения требуемых характеристики создаваемого дорожного полотна.

По существующей технологии строительства ВЗДиС в насыпи рекомендуется производить уплотнение снежной массы при влажности в диапазоне 3-14%, в случае не соответствия свойств снега указанному диапазону необходимо увеличить влажность путем внесения тепла или воды. Строительные организации, выполняющие возведение ВЗДиС не располагают специализированной техникой для увлажнения снега. Целесообразным видится создания конструкции самоходных устройств или специализированных машин для увлажнения снега обеспечивающих одновременное выполнение двух технологических операций перемешивание и увлажнение одной машиной за один проход, тем самым сокращается время на подготовку к строительству снеголедовой дороги[5].

Указанный результат можно достичь за счет того, что устройство для увлажнения снега представляет собой самоходную машину, движение которой осуществляется посредством шнекороторного движителя, состоящего из полых цилиндров, на которые навито клиновидное резьбовое ребро. На поверхности шнеков имеются отверстия, через которые подается пар для увлажнения снега вырабатываемый парообразующим устройством. Парообразующее устройство может быть любого вида и конструкции.

Техническим результатом, обеспечиваемым приведенной совокупностью признаков, является увлажнение снега с одновременным перемешиванием ходовым оборудованием при движении по снежному полотну.

Список литературы

1. Мерданов Ш.М., Закирзаков Г.Г., Шитый В.П., Анфилофьев А.С. Устройство для уплотнения снега// Патент России №2373326. Бюл. № 32.
2. Мерданов Ш.М., Спиричев М.Ю., Шаруха А.В., Егоров А.Л. Технология строительства снеголедовых дорог // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5; URL: www.science-education.ru/111-10427 (дата обращения: 21.12.2014).
3. Мерданов Ш.М., Шаруха А.В., Шитый В.П., Виноградов Е.И., Немирович Я.Е. Устройство для уплотнения снежного полотна// Патент России № 2495977. Бюл. № 29.
4. Шаруха А.В. Обоснование параметров вибрационного рабочего органа объемного типа снегобрикетирующей машины: Автореф. дис. канд. техн. наук. — Тюмень, 2009. —16 с.
5. Шитый В.П., Шаруха А.В., Мерданов Ш.М., Сысоев Ю.Г. Обоснование целесообразности создания машин совмещающих технологические операции при строительстве снеголедовых дорог // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3. URL: www.science-education.ru/117-13713 (дата обращения: 21.12.2014).
6. Colbeck S. C 1973. Theory of metamorphism of wet snow. Res. Rep. 313, US Army Cold Reg. Res. Eng. Lab., Hanover, N. H.

Рецензенты:

Захаров Н.С., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Сервис автомобилей и технологических машин», ФГБОУ ВПО «Тюменский Государственный нефтегазовый университет», г. Тюмень.

Тарасенко А.А., д.т.н., профессор, директор Регионального отделения Ассоциации инженерного образования России, ФГБОУ ВПО «Тюменский Государственный нефтегазовый университет», г. Тюмень.